

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-201806

(43)Date of publication of application : 04.08.1995

(51)Int.Cl.

H01L 21/306
B41J 2/135
G02B 1/00
// H01L 29/84

(21)Application number : 06-291821

(71)Applicant : KOREA ELECTRON TELECOMMUN

(22)Date of filing : 25.11.1994

(72)Inventor :
AHN KUN-YOUNG
PARK KYUNG-HO
NAM KI-SU
KANG SANG-WON

(30)Priority

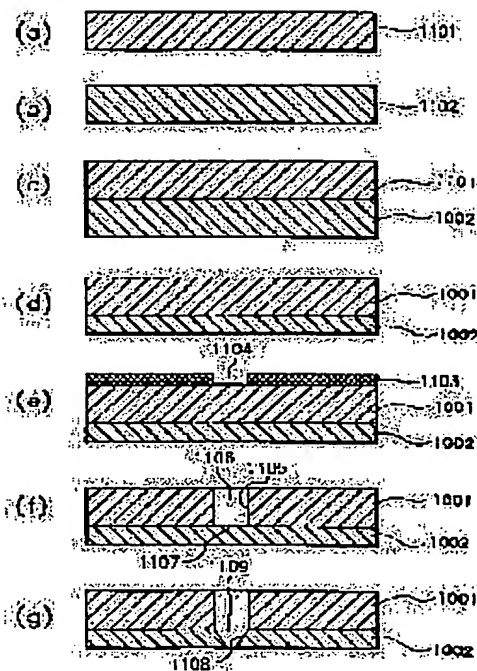
Priority number : 93 9327344	Priority date : 11.12.1993	Priority country : KR
93 9328479	18.12.1993	
93 9328480	18.12.1993	KR
		KR

(54) MANUFACTURE OF MICROSTRUCTURE BY ANISOTROPIC ETCHING AND SUBSTRATE JOINTING

(57)Abstract:

PURPOSE: To manufacture a structure which has a mechanical function into various constitution by combining together identical substrate or different kind substrate jointing technology and selective anisotropic etching technology and decreasing photographic transfer processes.

CONSTITUTION: After a [110] substrate 110 and a [100] substrate 1102 are jointed together, the 100 substrate 1102 is formed into a thin film. On one surface of a substrate 1101, an etching protection mask 1103 is formed to form an etching window 1104. This is etched anisotropically in a KOH and EDP solution, and the etching is advanced while a [111] surface 1105 is exposed at right angles to the substrate surface. After the substrate 1101 is etched into a quadrilateral prism, the etching is continued on, while the bottom surface 1107 of the formed quadrilateral is regarded as an etching window. Then the etching advances only to the substrate 1102 positioned below the bottom surface 1107, and when a [111] sidewall 1108 is exposed, the etching is suppressed to form a truncated pyramidal structure 1109. A nozzle is thus manufactured.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	25.11.1994
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	2580497
[Date of registration]	21.11.1996
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-201806

(43) 公開日 平成7年(1995)8月4日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/306

B 4 1 J 2/135

G 0 2 B 1/00

H 0 1 L 21/ 306

P

B 4 1 J 3/ 04

1 0 3 N

審査請求 有 請求項の数20 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-291821

(22) 出願日 平成6年(1994)11月25日

(31) 優先権主張番号 9 3 - 2 7 3 4 4

(32) 優先日 1993年12月11日

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(31) 優先権主張番号 9 3 - 2 8 4 7 9

(32) 優先日 1993年12月18日

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(31) 優先権主張番号 9 3 - 2 8 4 8 0

(32) 優先日 1993年12月18日

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 591044083

財団法人韓国電子通信研究所

大韓民国大田直轄市儒城区柯亭洞161番地

(72) 発明者 安 植榮

大韓民国大田直轄市儒城区魚隠洞ハンビッ

トアパート110-305

(72) 発明者 朴 景浩

大韓民国大田直轄市儒城区魚隠洞ハンビッ

トアパート102-1403

(72) 発明者 南 基守

大韓民国大田直轄市儒城区魚隠洞ハンビッ

トアパート138-1502

(74) 代理人 弁理士 富田 和子 (外1名)

最終頁に続く

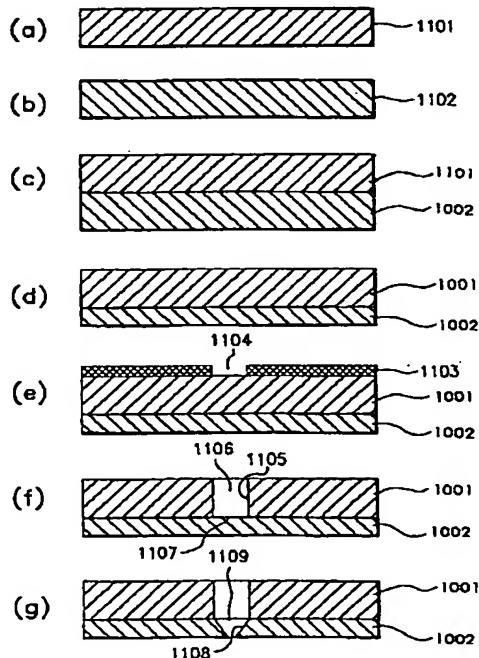
(54) 【発明の名称】 異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法

(57) 【要約】

【目的】同一基板または、異種基板接合技術と選択的な異方性エッチング技術を結合して、写真転写工程を減らしながらも、機械的機能を有する構造体を製造する方法を提供する。

【構成】結晶方向が相違する二つの基板を接合する第1工程と、接合した基板の一面に、エッチング保護マスクを形成して、エッチング窓を設け、一方の前記基板のみをエッチングし、エッチングホールを形成する第2工程と、第2工程で形成したエッチングホールをエッチング窓として、他方の前記基板をエッチングする第3工程とを有する。

図42



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板にエッチング保護マスクを形成し、エッチング窓を設けて、異方性エッチング溶液で上記基板をエッチングし、特定形態のエッチングホールを形成する第1工程と；上記エッチングホール上に、反射率向上のための光反射層を形成し、基板接合のため蒸着層を形成した後、蒸着層の表面を平坦にする第2工程と；平坦にされた蒸着層に基板を接合した後、初めにエッチングされた基板を除去して、複数の光反射面を有する光分割器を製作する第3工程を含むことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

【請求項2】 請求項1において、上記光反射面の個数、および、光反射面と基板とが形成する角度は、用いられるエッチング溶液と基板の結晶方向に従って決定されるようにしたことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

【請求項3】 請求項1において、エッチングされる基板は、＜410＞基板を用いて、ピラミッド形の光分割器を製作するようにしたことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

【請求項4】 請求項1において、上記蒸着層は、多結晶硅素や酸化膜であることを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

【請求項5】 請求項3において、上記＜410＞基板を除去する工程では、接合基板を＜111＞基板として用い、エッチング保護膜無しに異方性エッチングして、＜410＞基板が、＜111＞接合基板より速くエッチングされるようにする方法を用いるようにしたことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

【請求項6】 請求項3において、上記＜410＞基板を除去する工程では、＜410＞基板を p^+ 基板に、接合基板を低濃度の p^- 基板に構成して、フッ酸と硝酸と酢酸とを1:3:8の割合で混合した溶液でエッチングする方法を用いるようにしたことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

【請求項7】 請求項1において、基板を異方性エッチングする上記第1工程を始める前に、結晶方向が相違する二つの基板を接合して、異方性エッチング基板として用いるようにする第4工程をさらにこなうようにしたことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

【請求項8】 請求項7において、＜110＞基板と＜410＞基板とを接合した後、＜110＞基板の表面にエッチング保護マスクを形成して異方性エッチング基板として用い、＜110＞基板のエッチング完了後の底面を＜410＞基板をエッチングする

時のエッチング窓として用いて、四角柱上にピラミッド構造が位置した光分割器を製作するようにしたことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

【請求項9】 請求項8において、上記四角柱の高さを変更するために、＜110＞基板の厚さを変化させて、光反射面と基板との距離を変更させるようにしたことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

10 【請求項10】 結晶方向が相違する二つの基板を接合して、接合した基板を薄膜化する第1工程と；薄膜化されていない基板の一面に、エッチング保護マスクを形成して、エッチング窓を設け、接合された基板が、互いに異なるエッチングホールを形成するように異方性エッチングして、多様な構成のノズルを製作するようにする第2工程を含むことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

20 【請求項11】 請求項10において、上記ノズルの大きさは、エッチング窓、及び、エッチングされる基板の厚さにより決定されるようにしたことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

【請求項12】 請求項10において、上記接合基板は、＜100＞基板と＜110＞基板とを用いて、薄膜化されていない＜100＞基板にのみエッチング窓を設け、エッチングが完了された後の＜100＞基板の底面を、＜110＞基板のエッチング窓として用いて、傾斜面と垂直面とを有する形態のノズルを製作するようにしたことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

30 【請求項13】 請求項10において、上記接合基板は、＜110＞基板と＜100＞基板とを用いて、薄膜化されていない＜110＞基板にのみエッチング窓を設け、エッチングが完了された後の＜110＞基板の底面を、＜100＞基板のエッチング窓として用いて、垂直面と傾斜面とを有する形態のノズルを製作するようにしたことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

40 【請求項14】 請求項10において、異種基板を接合して薄膜化する第1工程を終えた後に、薄膜化された基板の表面を研磨して、この基板に結晶方向が相違する基板を再び接合して、接合した基板を薄膜化する第3工程をさらにこなった後、第2工程を行なうようにしたことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

50 【請求項15】 請求項14において、上記接合基板は、結晶方向が＜100＞、＜110＞、＜100＞である三つの基板を用い、薄膜化されていない＜100＞基板にのみエッチング窓を設けて、エッチングが終わった基板の底面を、他の基板のエッチング窓

として用いて、傾斜面と垂直面と傾斜面とを順に有する形態のノズルを製作するようにしたことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

【請求項16】 請求項14において、上記接合基板は、結晶方向が $\langle 110 \rangle$ 、 $\langle 100 \rangle$ 、 $\langle 110 \rangle$ である三つの基板を用い、薄膜化されていない $\langle 110 \rangle$ 基板にのみエッチング窓を設けて、エッチングが終わった基板の底面を、他の基板のエッチング窓として用いて、垂直面と傾斜面と垂直面とを順に有する形態のノズルを製作するようにしたことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

【請求項17】 結晶方向や不純物の濃度が相違する二つの基板を接合して、接合した基板を薄膜化するか、または、所定濃度の基板を除去する第1工程と；薄膜化されていない基板の一面に、エッチング保護マスクを形成してエッチング窓を設け、一つの基板のみを異方性エッチングして、均一な厚さと広い面積のダイヤフラムを製作するようにする第2工程を含むことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

【請求項18】 請求項17において、上記接合基板は、 $\langle 111 \rangle$ 基板と $\langle 100 \rangle$ 基板とを用いて、 $\langle 100 \rangle$ 基板がエッチングされた後、 $\langle 111 \rangle$ 基板が露出されるとエッチングが自動的に中止されるようにしたことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

【請求項19】 請求項17において、上記接合基板は、 p^- エピタキシャル層が成長された p^+ の $\langle 111 \rangle$ 基板と、 p^- の $\langle 100 \rangle$ 基板とを、 p^- エピタキシャル層を介して、接合して製作し、フッ酸と硝酸と酢酸との混合溶液によって、不純物の濃度差を利用して、 p^+ 基板のみを除去して、 p^- の $\langle 100 \rangle$ 基板のみを異方性エッチングするようにしたことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法。

【請求項20】 結晶方向が相違する二つの基板を接合する第1工程と、接合した基板の一面に、エッチング保護マスクを形成して、エッチング窓を設け、一方の前記基板のみをエッチングし、エッチングホールを形成する第2工程と、第2工程で形成したエッチングホールをエッチング窓として、他方の前記基板をエッチングする第3工程とを有することを特徴とする微細構造製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は結晶方向が異なる硅素基板を接合し結晶方向に従ってエッチング特性が異なるようになるエッチング溶液を適切に用いて上記基板を異方性エッチングすることにより光分割器やインクジェットノズル (ink jet nozzle)、ダイヤフラム等を多様な形態に製作することができるようにした異方性エッチング

と基板接合による微細構造製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般的に、硅素基板は、電気的な素子を製作するため代表的に用いられるだけでなく、微細構造体を製作するためにも幅広く用いられている。

【0003】 硅素基板上に、半導体集積回路や小型機械構造を製作する場合、硅素基板接合技術や異方性エッチング技術等が既に確立されて広く用いられている。

10 【0004】 硅素基板接合技術は、二枚以上複数の硅素基板を適当な前処理工程を施した後接合させて、一枚の接合基板を作製する技術である。

【0005】 前処理工程である親水化工程は、硅素基板を黄酸と過酸化水素が1:4の比率に混合された溶液に10分間浸して行なわれる。

20 【0006】 前処理工程を施した硅素基板は、鏡面を互いに向い合うようにした後、常温大気圧下で接合させ、この時二つの基板の結合力を増加させるために、通常900℃以上の温度、酸化雰囲気で1時間程度熱処理を行う。

【0007】 基板接合時の未接合部分は、基板間に介在された粒子がある場合や、基板表面の平坦度が低い場合や、基板間に閉じこめられた気体がある場合等に発生されるので、これを防止するために、接合は、必ず一所にのみ発生して、それが進行されるようにする。

【0008】 このようにすると基板接合が完了される。目的によっては一つの基板表面に酸化膜を形成した後で接合を行うこともできるし、多結晶硅素を蒸着した後で接合を行うこともできる。

30 【0009】 ここで、硅素の結晶方向は、基板接合において何等の影響を及ぼさないので、同一な結晶方向を有する硅素基板を接合することもできるし、相違な結晶方向を有する硅素基板を接合することもできる。

【0010】 このような基板接合技術に対して言及した先行特許資料を調べて見ると、特開昭61-182239号 (半導体基板の接着装置) に、“基板接合時に閉じこめられた気体による未接合部分の発生を防止するために、接合される二つの基板が、一点においてのみ初期接合が発生するようにする装置” に対する内容が記載されている。

【0011】 なお、米国特許3332137号 (半導体材料基板の絶縁法) には、“n型とp型層で構成された接合された基板を垂直方向にエッチングして各領域が絶縁されるようにする方法” が記載され、3783218号 (静電氣的基板接合法) には“基板接合の温度を低下させるために、電圧を印加して基板を接合させる方法” が記載されている。

【0012】 ヨーロッパ特許0161740号 (半導体基板製作法) には“n型及びp型領域が、水平的に製作された基板を接合させる技術、及び、基板にチャンネル

及び構造を製作した後基板を接合させる技術”が記載されている。

【0013】しかし、先行特許資料に記載された技術は、電気的機能を有する素子の製作のための基板接合時にのみ有用で、ダイヤフラム、光分割器、ノズル等のように機械的機能を有する構造体の製造のための基板接合に対しては言及されていない。

【0014】また、先行特許資料は、接合された硅素基板を等方性エッチングする場合に対してのみ言及している。

【0015】基板接合技術に対して言及した関連論文を調べて見ると、K. Furukawa, “Lattice configuration and electrical properties at the interface of direct bonded silicon”, Ext. Abs. 18th SSDM(1986) p. 533-536.に $\langle 100 \rangle / \langle 100 \rangle$, $\langle 111 \rangle / \langle 111 \rangle$ の同一結晶方向の基板接合と、 $\langle 100 \rangle / \langle 111 \rangle$ の相違結晶方向の基板接合に対する技術、及び、接合界面の物理的特性評価、ダイオードを製作して電流-電圧特性を評価した内容等が開示されている。

【0016】しかしこの論文は接合する基板の種類が $\langle 100 \rangle$, $\langle 111 \rangle$ に限定されており、やはり電気的機能を有する素子の製作のための基板接合に対してのみ言及している。

【0017】次に、硅素の異方性エッチング技術に対して説明する。

【0018】湿式エッチング特性は、硅素基板の結晶方向や、不純物濃度によって変化するので、これを利用すれば多様な構造を製作することができる。

【0019】この時エッチング溶液として広く用いられるものは、フッ酸-硝酸-酢酸混合溶液、エチレンジアミンピロカテコール (Ethylene Diamine pyrocatechol) (EDP) 溶液、KOH溶液等がある。

【0020】フッ酸-硝酸-酢酸混合溶液は、混合比に従ってエッチング速度を調節することができるし、特定混合比(1-3-8)の時、 p^+ 基板は、 p^- 基板に比べてエッチング速度が150倍程度速いので、 p^+ 領域のみを選択的に除去し、 p^- 領域のみを残すことができる。

【0021】そしてこの溶液は、どんな混合比においても、すべての結晶方向に対して同一なエッチング速度でエッチングが進行される等方性エッチング溶液である。

【0022】一方、EDP溶液は、不純物濃度及び結晶方向に従ってエッチング特性が変化し、酸化膜を殆どエッチングしないので酸化膜をエッチング保護膜として用いることができる。

【0023】そのため、 p^- 領域のみを選択的に除去することができるし、結晶方向に従って面のエッチング選択比を異にすることもできる。

【0024】また、KOH溶液は、硅素の結晶方向に従ってエッチング特性が変化する異方性エッチング溶液

で、 $\langle 100 \rangle$ 方向では $\langle 111 \rangle$ 方向に比べて、400倍程度速くエッチングが進行される。

【0025】KOH溶液は、最も安定で、用いるのに便利であるが、酸化膜をエッチングする特性があるので、長時間エッチングする場合酸化膜をエッチング保護マスクとして用いる。

【0026】図1は、結晶方向が $\langle 100 \rangle$ である硅素基板を異方性エッチングする場合の特性断面図である。

【0027】図1の(a)のように、結晶方向が $\langle 100 \rangle$ である硅素基板101に、酸化膜や窒化膜をエッチング保護膜マスク102として形成し、エッチングする部分のみにエッチング窓103を設ける(図1の(b)参照)。

【0028】KOHやEDPのような異方性エッチング溶液によってエッチングが進行されると、 $\langle 111 \rangle$ 面105が露出されるが、 $\langle 111 \rangle$ 方向では $\langle 100 \rangle$ 方向に比べてエッチングが遅延される。

【0029】従って、エッチングが進行されるに従い側面 $\langle 111 \rangle$ 面積が増加し、4側面が一点に集まると、ピラミッド形104になり、これでエッチングが完了される(図1の(c)参照)。

【0030】この時、側面と基板面の角度は 54.7° であり、エッチングされた領域の最大深さはエッチング窓103の大きさで決定される。

【0031】図2は、結晶方向が $\langle 410 \rangle$ である硅素基板を異方性エッチングする場合の特性断面図である。

【0032】図2の(a)のように、結晶方向が $\langle 410 \rangle$ である硅素基板201に、酸化膜や窒化膜をエッチング保護マスク202として形成し、エッチングする部分のみにエッチング窓203を設ける(図2の(b)参照)。

【0033】KOHやEDPのような異方性エッチング溶液によって、エッチングが進行されると $\langle 111 \rangle$ 面205が露出されるが、 $\langle 111 \rangle$ 方向では $\langle 410 \rangle$ 方向に比べてエッチングが遅延される。

【0034】従って、エッチングが進行されるに従い側面から $\langle 111 \rangle$ 面205が露出されながらエッチング部位の面積が減少し、4側面が1点に集まると、ピラミッド形204になり、これでエッチングが完了される(図2の(c)参照)。

【0035】この時側面と基板面の角度は、 45.6° である。

【0036】図3は、結晶方向が $\langle 110 \rangle$ である硅素基板を、異方性エッチングする場合の特性断面図である。

【0037】図3の(a)のように、結晶方向が $\langle 110 \rangle$ である硅素基板301に、酸化膜や窒化膜をエッチング保護マスク302として形成し、エッチングする部分のみにエッチング窓303を設ける(図3の(b)参照)。

【0038】KOHやEDPのような異方性エッチング溶液によってエッチングが進行されると、側面から<111>面306が基板面と90°角度で露出されると、側面へのエッチングはそれ以上進行されない。

【0039】エッチングされた部分の底面305は、<110>面に続いてエッチングが進行されるので、<111>方向の4側面306で囲まれた四角柱型304になりながらエッチングが完了される(図3の(c)参照)。

【0040】従って、エッチングされた領域の最大深さは、エッチング窓303の大きさにかかわらず、単にエッチング時間により決定される。

【0041】このような異方性エッチング技術に対して言及した関連論文を調べて見ると、Y. Kokubum, "Silicon optical PCB for 3-D integrated optics", Electronic Letters 21(1985) pp.508-509. に硅素基板の異方性エッチング及び接合による光導波路製作技術が記載されている。

【0042】又、E. Bassous, "The fabrication of high precision nozzles by the anisotropic etching of <100> silicon", J. Electrochem. Soc. 125(1978) pp.1321-1327. には、結晶方向が<100>である硅素基板を、EDP溶液によりエッチングして、インクジェットノズルを製作する技術が記載されている。

【0043】M. A. Chan, "A micromachined biomedical pressure sensor with fiberoptic interferometric readout", Proc. 7th Int'l Conf on Solid-State Sensors and Actuators. には基板平面と45°角度の側面を有する構造エッチング技術が記載されている。

【0044】しかし、関連論文によれば、硅素基板上に複雑な構成を有する微細構造体を具現する場合、各部分を個々の各一枚基板上に個別的に製作した後、各部分品を再び結合させる方法を用いている。

【0045】しかしこのような方法は、各一枚の基板毎に、個別的な写真転写工程とエッチング工程が要求されるので、基板数だけ上記工程を行わなければならないという煩わしさがある。また、製作された微細構造体を結合させる工程において、微細構造体の変形されたり破損される虞れがあった。

【0046】なお、関連論文によれば、従来には、インクノズルの形状を基板表面と54°の角度をなす単純な形態の四つの傾斜面から構成しており、光反射面も基板表面と54°または45°の角度で落ちこんだ面に製作した。

【0047】このように、基板を単純に異方性エッチングしたために、ノズルや光信号処理時に必須的な光分割器等を、微細で小型化された形態に製作することができなかったし、構造を適切に応用することができないことは勿論、位置正確性も劣るという問題があった。

【0048】特に、最近では、硅素基板を利用して、機

械的に反応する感知部と、感知部からの信号を処理する周辺回路部を、単一チップ上に具現したセンサーが開発されるに従って、これに対する関心が増大されている。

【0049】圧力センサーの場合、感知部の感度は、ダイヤフラム一辺の長さの二乗に比例するが、厚さの二乗に反比例する。

【0050】従って、上記センサーを製作する場合、なるべく厚さが薄くて均一で、面積の広いダイヤフラムを製作する技術が重要である。

【0051】図4は、結晶方向が同一な接合基板で、ダイヤフラムを製作する場合の工程断面図である。

【0052】図4の(a)のような、基板401の一面に、エッチング保護マスク402を形成してエッチングを行い、ダイヤフラム403を製作する(図4の(b)参照)。

【0053】図5は、結晶方向が同一で、エピタキシャル層が介在された接合基板によってダイヤフラムを製作する場合の工程断面図である。

【0054】先ず、p⁻エピタキシャル層502が形成されたp⁺基板501下部に、p⁻基板503を接合する(図5の(a), (b), (c)参照)。

【0055】基板の不純物濃度に従って選択的にエッチングするエッチング溶液、例えばフッ酸-硝酸-酢酸混合溶液を用いて、p⁺基板501のみをエッチングすると、p⁻基板503にp⁻エピタキシャル層502が残る構造になる。

【0056】この状態でp⁻基板503をエッチングして、ダイヤフラム504を製作する。

【0057】上記図4及び図5の工程において薄膜のダイヤフラム厚さは単純に最終基板のエッチング時間により決定されるので、ダイヤフラム厚さの均一度と再現性に問題があった。

【0058】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の目的は、同一基板または異種基板接合技術と選択的な異方性エッチング技術を結合して、写真転写工程を減らしながらも、機械的機能を有する構造体を多様な構成に製造することができるようにした異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法を提供することにある。

【0059】本発明の他の目的は、小型化されて位置正確性及び形状再現性が優れた光分割器及びインクジェットノズルを、容易に製造することができるようにした異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法を提供することにある。

【0060】本発明のさらに他の目的は、センサー製造時、薄膜のダイヤフラムを広い面積で均一な厚さに具現することができるようにした異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法を提供することにある。

【0061】本発明のさらに他の目的は、微細構造体を製造する時、2枚以上の基板が接合された接合基板を用

いて各部分を順次的に製造することにより、部分品結合工程を除き、微細構造体の変形及び破損を防止することができるようにした異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法を提供することにある。

【0062】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の第一の態様によれば、基板にエッチング保護マスクを形成し、エッチング窓を設けて、異方性エッチング溶液で上記基板をエッチングし、特定形態のエッチングホールを形成する第1工程と；上記エッチングホール上に、反射率向上のための光反射層を形成し、基板接合のため蒸着層を形成した後、蒸着層の表面を平坦にする第2工程と；平坦にされた蒸着層に基板を接合した後、初めにエッチングされた基板を除去して、複数の光反射面を有する光分割器を製作する第3工程を含むことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法が提供される。

【0063】また、上記目的を達成するために、本発明の第二の態様によれば、結晶方向が相違する二つの基板を接合して、接合した基板を薄膜化する第1工程と；薄膜化されていない基板の一面に、エッチング保護マスクを形成して、エッチング窓を設け、接合された基板が、互いに異なるエッチングホールを形成するように異方性エッチングして、多様な構成のノズルを製作するようにする第2工程を含むことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法が提供される。

【0064】さらに、上記目的を達成するために、本発明の第三の態様によれば、結晶方向や不純物の濃度が相違する二つの基板を接合して、接合した基板を薄膜化するか、または、所定濃度の基板を除去する第1工程と；薄膜化されていない基板の一面に、エッチング保護マスクを形成してエッチング窓を設け、一つの基板のみを異方性エッチングして、均一な厚さと広い面積のダイヤフラムを製作するようにする第2工程を含むことを特徴とする異方性エッチングと基板接合による微細構造製造方法が提供される。

【0065】

【実施例】以下、添付された図6から図54を参照して、本発明の実施例を詳細に説明すれば、次の通りである。

【0066】本発明の1番目の実施例は、一つの光を多くの方向に分離させて放射する光分割器の製造方法に関するものである。

【0067】光分割器は、光通信技術において主要な要素であり、基板上や回路上で光信号の処理のためにも非常に有用である。

【0068】図6は、本発明で具現しようとする光分割器の概略的構成を示した例示図であり、4面の光反射面を有している。

【0069】4つの光反射面を有するピラミッド形の光

分割器602、603の上部頂点に光信号が入力されると、光信号は、光分割器602、603で四つに分離されて各方向に伝達される。

【0070】光反射面の個数ならびに、光反射面と基板601とが形成する角度は、用いられるエッチング溶液と基板の結晶方向を利用して決定する。

【0071】例えば、光反射面と基板601とが形成する角度を 54.7° にしようとするならば、 $\langle 100 \rangle$ 基板を、 45° にしようとするならば、 $\langle 410 \rangle$ 基板をKOHやEDPのような異方性エッチング溶液でエッチングすることになる。

【0072】 $\langle 100 \rangle$ 基板を用いると、光反射面が基板と 54.7° を形成するので、反射された光信号が、基板の対してを平行に進行しないようになり、光反射面から一定距離において、基板に触れるようになる。

【0073】 $\langle 410 \rangle$ 基板を用いると、光反射面が基板と 45° を形成するので、反射された光信号は、基板に対して平行に進行する。

【0074】分離された光信号と基板との距離を変更させるには、光分割器を柱構造上に具現して、柱構造の高さを変更させて製造すると良い。

【0075】図6のように、光分割器603は、柱構造604上に位置するので、柱構造の高さを変化させると、分割された光と基板との距離を変更させることができる。

【0076】本発明において、光分割のための四つの光反射面は、基板の異方性エッチングにより製作される。

【0077】即ち、各光反射面と底面の角度は、異方性エッチングによりエッチングされる基板の結晶方向により決定される。

【0078】例えば、硅素単結晶の $\langle 100 \rangle$ 基板を異方性エッチングしたならば、光反射面は、底面と 54.7° を形成し、 $\langle 410 \rangle$ 基板を異方性エッチングしたならば、光反射面は底面と 45.56° を形成する。

【0079】図7～図13は、光反射面が、底面と 45° を形成し、柱構造が無い光分割器を製造する工程を示した断面図である。

【0080】先ず、図7のような $\langle 410 \rangle$ 方向の硅素基板701を選択して、図8のように、窒化膜や酸化膜をエッチング保護マスク702として形成し、エッチング窓703を設ける。

【0081】KOHやEDP溶液で、 $\langle 410 \rangle$ 基板701を異方性エッチングすると、底面と 45.56° を形成する $\langle 111 \rangle$ 面705が、側面から露出され、ピラミッド形エッチングホール704が形成されるとエッチングが完了される（図9参照）。

【0082】図10においてのように、必要に応じて適切な光反射層706を形成し、エッチングホール704を充填するために多結晶硅素や酸化膜のような蒸着層707を形成し、表面の凹凸を除去して、基板接合が可能

な平坦な表面708を具現する(図11参照)。

【0083】次に、図12においてのように、基板710を平坦化された蒸着層707に接合させて、 $\langle 410 \rangle$ 基板701を除去すると、図13のように光反射面711を有する光分割器が具現される。

【0084】ここで、 $\langle 410 \rangle$ 基板701を除去するための方法には、2種類がある。

【0085】1番目の方法は、接合基板710として $\langle 111 \rangle$ 基板を用い、エッチング保護膜なしに異方性エッチングすると、 $\langle 410 \rangle$ 基板701が、 $\langle 111 \rangle$ 接合基板710より速くエッチングされるので、 $\langle 410 \rangle$ 基板701を完全に除去することができる。

【0086】2番目の方法は、 $\langle 410 \rangle$ 基板701を p^+ 基板として、接合基板710を結晶方向にかかわらず低濃度 p^- 基板に構成して、フッ酸と硝酸と酢酸とを1:3:8の割合で混合した混合溶液でエッチングすると、 $p^+ \langle 410 \rangle$ 基板701を選択的に除去することができる。

【0087】図14～図24は、光分割器を柱端に具現して、光反射面と基板との距離を任意に変更することができる光分割器を製造する工程を示した断面図である。

【0088】図14のような $\langle 110 \rangle$ 基板801と、図15のような $\langle 410 \rangle$ 基板802とを接合させて、一つの基板801をエッチングした後、この基板801を他の基板802のエッチング保護マスクとして作用するようにする(図16参照)。

【0089】具体的には、基板801と基板802とを接合させた後、基板801表面にエッチング保護膜804を形成して、エッチング窓805を設ける(図17参照)。

【0090】一例として、KOH溶液を利用して $\langle 110 \rangle$ 基板801をエッチングすると、図18のように側面は $\langle 111 \rangle$ 方向の面807が露出されて、それ以上エッチングが進行されなく、表面と垂直な方向にエッチングが進行される。

【0091】ここで、具現された空間806は、光分割器の柱になるので、基板801の厚さは柱の高さに該当する。

【0092】つぎに、 $\langle 110 \rangle$ 基板801のエッチングが完了された後の底面808を、下部基板802エッチングのエッチング窓として利用する。

【0093】KOH溶液のエッチングを続けて進行させると、 $\langle 410 \rangle$ 基板802がエッチングされるが、 $\langle 410 \rangle$ 基板802は、側面810にはエッチングが進行されないで、エッチング断面積が続いて減少し、ピラミッド形エッチングホール809が形成される(図19参照)。

【0094】結果的に、 $\langle 410 \rangle$ 基板802とエッチング側面810は、基板面に対して、 45° 、 56° を形成する。

【0095】ピラミッドを構成する各面は、最終的に光反射面になる。

【0096】光反射面の反射率を向上させるために、図20のように、適切な光反射物質811を塗布し、エッチングホール809を充填するために、多結晶硅素や酸化膜からなる蒸着層812を形成し、基板接合が可能になる程度に平坦な表面813を研磨により具現する(図21参照)。

【0097】図22のように基板814を平坦な表面815に接合させた後、図23のように $\langle 410 \rangle$ 基板802を除去し、次いで $\langle 110 \rangle$ 基板801を除去すると光反射面816と柱構造817とを有する光分割器が具現される(図24参照)。

【0098】上記のような工程により製造された光分割器は、一つの光信号を複数の光反射面から反射させて各方向に分離させるし、特に、光反射面が基板に対して 45° を形成すれば、基板に垂直に入力される光信号は、各方向に分離されて、基板で平行に進行される。

【0099】このように、光反射面と基板との角度を調節することにより、光信号を分離し、基板と任意の角度で進行されるようにすることができる。また、光反射面を柱上に製作して、反射面から分けられた光信号と基板との距離を変更することもできる。

【0100】本発明の2番目の実施例は、結晶方向が異なる基板を接合し、これを異方性エッチングして一回の写真転写工程により、多様な構成のノズルを製造する方法に関するものである。

【0101】本実施例の基本構想は、KOHやEDP溶液が硅素基板の結晶方向によってエッチング特性が異なる異方性エッチングを利用するもので、同一なエッチング保護膜を形成しても $\langle 100 \rangle$ 基板と $\langle 110 \rangle$ 基板とがエッチングされる様子は、相違する。

【0102】エッチング保護膜に四角形窓を設け、 $\langle 100 \rangle$ 基板をKOH溶液でエッチングすると、基板はピラミッド形態にエッチングされるし、 $\langle 110 \rangle$ 基板をエッチングすると、基板表面に垂直に四角形柱形態にエッチングされる。

【0103】また、 $\langle 100 \rangle$ 基板と $\langle 110 \rangle$ 基板とを接合した後エッチングすると、先にエッチングされた基板が、次のエッチング基板のエッチング保護マスクとして用いられるので一枚のマスクでピラミッド形と四角形柱構造とが重なった形態が得られる。

【0104】ここで、エッチング部位断面積の調節は、エッチングされる層の厚さを変化させることでとやすく調節される。

【0105】図25～図31は、エッチングが完了された $\langle 100 \rangle$ 基板を、 $\langle 110 \rangle$ 基板のエッチング保護マスクとして用いて、幅が狭くなってから終りの部分で均一な幅を有するノズル909を製造する場合の工程断

【0106】先ず、図25のような<100>基板901と、図26のような<110>基板902とを接合して、<110>基板902を適切な厚さに薄膜化する（図27および図28参照）。図中、薄膜化した基板902を基板903と示す。

【0107】基板901の一面に、エッチング保護マスク904を形成して、エッチング窓905を設け、KOHやEDP溶液で異方性エッチングすると、基板901から<111>方向の側壁907が露出されながらエッチングが抑制されて上部が切られたピラミッド構造906になる（図29および図30参照）。

【0108】基板901がエッチングされたことにより形成された四角形の底面908は、基板903がエッチングされる工程で、エッチング保護膜がないエッチング窓と見なされ、余りの領域は、エッチング保護膜が形成された領域と見なされる。

【0109】従って、エッチングを続けると、<111>面が露出された基板901と基板903の他の部分では、エッチングが進行されなく、四角形の底面908下部に位置した基板903とでのみ<111>面910が基板表面と垂直に露出されながらエッチングが進行される（図31参照）。

【0110】ここで、<100>基板901は、同一なエッチング窓905でも厚さに従ってエッチングが完了された底面908の大きさが変わるようになり、この四角形の底面908は、完成時のノズルの大きさを左右するようになる。

【0111】従って、ノズルの大きさは、エッチング窓905、及び、基板901の厚さにより決定される。

【0112】図32～図41は、図25～図31のノズル製造方法を応用して、傾斜面と垂直面と傾斜面とを順に有するノズル1016を製作する場合の工程断面図である。

【0113】先ず、<100>基板1001と<110>基板1002とを接合した後、基板1002を薄膜化する（図32～図35参照）。図中薄膜化した基板1002を基板1003と示す。薄膜化された基板1003の表面1004を鏡面研磨した後、<100>基板1005を接合させて、その後基板1005を薄膜化する（図36および図37参照）。

【0114】基板1001の一面に、エッチング保護マスク1006を形成してエッチング窓1007を設け、KOHやEDP溶液で異方性エッチングすると、基板1001から<111>方向の側壁1008が露出されるとエッチングが抑制されて、上部が切られたピラミッド構造1009になる（図38および図39参照）。

【0115】基板1001がエッチングされた後、形成された四角形の底面1010を、基板1002をエッチングする時のエッチング窓と見なして、エッチングを続けると、上記底面1010下部に位置した基板1003

でのみ、<111>面1011が基板表面と垂直に露出されながらエッチングが進行される（図40参照）。

【0116】基板1003がエッチングされることにより形成された四角柱の底面1012をエッチング窓と見なしてエッチングを続けると、上記底面1012下部に位置した基板1005でのみエッチングが進行する。そして<111>側壁1013が露出されるとエッチングが抑制されて、上部が切られたピラミッド構造1014になる（図41参照）。

【0117】従って、幅が狭くなってから均一な幅を有した後、再び幅が狭くなる形態のノズルを具現することができし、最初のエッチング窓を設けるための一回の写真転写工程で十分で余りのエッチング窓は自体マスク工程で可能である。

【0118】図42は、図25～図31とは反対に、エッチングが完了された<110>基板を<100>基板のエッチング保護マスクとして用いて、均一な幅を有してから終りの部分で幅が狭くなるノズルを製作する場合の工程断面図である。

【0119】<110>基板1101と<100>基板1102とを接合した後、<100>基板1102を薄膜化する（図42の（a）～（d）参照）。基板1101の一面にエッチング保護マスク1103を形成してエッチング窓1104を設ける（図42の（e）参照）。

【0120】これをKOHやEDP溶液で異方性エッチングすると、<111>面1105が基板表面と垂直に露出されながらエッチングが進行される（図42の（f）参照）。

【0121】基板1101が、四角柱1106形態にエッチングされた後、形成された四角形の底面1107をエッチング窓と見なしてエッチングを続けると、上記底面1107下部に位置した基板1102でのみエッチングが進行し、<111>側壁1108が露出されるとエッチングが抑制されて上部が切られたピラミッド構造1109になる（図42の（g）参照）。

【0122】図43～図52は、図42のノズル製造方法を応用して、垂直面／傾斜面／垂直面を有するノズルを製作する場合の工程断面図である。

【0123】ここで、図43～図52に図示された各工程は、図42に図示された工程と同一である。

【0124】<110>基板1201と<100>基板1202とを先に接合した後、基板1002を薄膜化する。薄膜化した基板1002を基板1203と示す。基板1203に更に<110>基板1204を接合して、均一な幅を有してから幅が狭くなった後、終りの部分で更に均一な幅を有する形態のノズル1205を製作したものである。

【0125】このように結晶方向が異なる基板を接合してエッチングすると、接合される基板の個数、基板のエッチング順序、エッチングされる基板の厚さ、等により

多様な構成のノズルを製作することができる。

【0126】本発明の3番目の実施例は異種基板接合技術と選択的な異方性エッチング技術とを利用して、厚さが均一なダイヤフラムを、広い面積に製作する方法に関するものである。

【0127】図53は結晶方向が相違する接合基板でダイヤフラムを製作する場合の工程断面図である。

【0128】図53の(a)のような<111>基板1301と、図53の(b)のような<100>基板1302とを接合した後(図53の(c)参照)、<111>基板1301を薄膜化し(図53の(d)参照)、基板1302の一面にエッチング保護マスク1303を形成してエッチング窓1304を設ける(図53の(e)参照)。

【0129】KOHやEDP溶液で、基板1302を異方性エッチングすると、<111>側壁1305が露出されながらエッチングが抑制されて、上部が切られたピラミッド構造1306になる。このとき<111>基板1301が露出されても、<111>面ではエッチングが進行されないためエッチングは自動的に中止される(図53の(f)参照)。

【0130】図53において<111>基板1301を薄膜化する工程は主に、研磨に依存するので、ダイヤフラム厚さの不均一を誘発することがある。

【0131】図54は、結晶方向が相違し、エピタキシャル層が介在された接合基板で、不純物濃度差を利用してダイヤフラムを製作する場合の工程断面図である。

【0132】図54の(a)のように、 p^- エピタキシャル層1402が成長された<111>の p^+ 基板1401と、図54の(b)のような<100>の p^- 基板1403とを、 p^- エピタキシャル層1402を介して接合する(図54の(c)参照)。

【0133】フッ酸-硝酸-酢酸混合溶液によって不純物の濃度差により、上記接合基板から p^+ 基板1401を選択的に除去し、<100>基板1403にエッチング保護膜1404を形成してエッチング窓1405を設ける(図54の(d)(e)参照)。

【0134】<100>基板1403を異方性エッチングすると、<111>側面1406が露出されながら断面積が減少して上部が切られたピラミッド構造1407になり、<111>基板1402が露出されても<111>面ではエッチングが進行されないためエッチングは自動的に中止される(図54の(f)参照)。

【0135】

【発明の効果】以上のように本発明は、同一基板又は異種基板の接合技術と、選択的な異方性エッチング技術とを結合して写真転写工程を減らしながらも機械的機能を有する構造体を多様な構成に製作することができる。

【0136】特に、小型化されて位置正確性及び形状再現性が優れた光分割器及びインクジェットノズルを容易

に製作することができるし、薄膜のダイヤフラムを広い面積で均一な厚さに具現することができる。

【0137】なお、微細構造体を製作する時、2枚以上の基板が接合された接合基板を用いて各部分を順次的に製造するので、部分品結合工程を除去することができ、微細構造体の変形及び破損を防止することができる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】結晶方向が<100>である硅素基板を異方性エッチングする場合の工程を示す断面図。

【図2】結晶方向が<410>である硅素基板を異方性エッチングする場合の工程を示す断面図。

【図3】結晶方向が<110>である硅素基板を異方性エッチングする場合の工程を示す断面図。

【図4】結晶方向が同一な接合基板でダイヤフラムを製造する場合の工程を示す断面図。

【図5】結晶方向が同一でエピタキシャル層が介在された接合基板で、ダイヤフラムを製造する場合の工程を示す断面図。

【図6】本発明から具現しようとする光分割器の概略的構造を示した斜視図。

【図7】基板面と光反射面とが 45° をなし、柱構造がない光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図8】基板面と光反射面とが 45° をなし、柱構造がない光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図9】基板面と光反射面とが 45° をなし、柱構造がない光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図10】基板面と光反射面とが 45° をなし、柱構造がない光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図11】基板面と光反射面とが 45° をなし、柱構造がない光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図12】基板面と光反射面とが 45° をなし、柱構造がない光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図13】基板面と光反射面とが 45° をなし、柱構造がない光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図14】光分割器を柱端に具現して、光反射面と基板との距離を任意に変更することができる光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図15】光分割器を柱端に具現して、光反射面と基板との距離を任意に変更することができる光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図16】光分割器を柱端に具現して、光反射面と基板との距離を任意に変更することができる光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図17】光分割器を柱端に具現して、光反射面と基板との距離を任意に変更することができる光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図18】光分割器を柱端に具現して、光反射面と基板との距離を任意に変更することができる光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図19】光分割器を柱端に具現して、光反射面と基板との距離を任意に変更することができる光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図20】光分割器を柱端に具現して、光反射面と基板との距離を任意に変更することができる光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図21】光分割器を柱端に具現して、光反射面と基板との距離を任意に変更することができる光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図22】光分割器を柱端に具現して、光反射面と基板との距離を任意に変更することができる光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図23】光分割器を柱端に具現して、光反射面と基板との距離を任意に変更することができる光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図24】光分割器を柱端に具現して、光反射面と基板との距離を任意に変更することができる光分割器を製造する工程を示した断面図。

【図25】傾斜面と垂直面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図26】傾斜面と垂直面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図27】傾斜面と垂直面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図28】傾斜面と垂直面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図29】傾斜面と垂直面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図30】傾斜面と垂直面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図31】傾斜面と垂直面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図32】図25～図31のノズル製造方法を応用して、傾斜面と垂直面と傾斜面とを順に有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図33】図25～図31のノズル製造方法を応用して、傾斜面と垂直面と傾斜面とを順に有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図34】図25～図31のノズル製造方法を応用して、傾斜面と垂直面と傾斜面とを順に有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図35】図25～図31のノズル製造方法を応用して、傾斜面と垂直面と傾斜面とを順に有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図36】図25～図31のノズル製造方法を応用して、傾斜面と垂直面と傾斜面とを順に有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図37】図25～図31のノズル製造方法を応用して、傾斜面と垂直面と傾斜面とを順に有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図38】図25～図31のノズル製造方法を応用して、傾斜面と垂直面と傾斜面とを順に有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図39】図25～図31のノズル製造方法を応用して、傾斜面と垂直面と傾斜面とを順に有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図40】図25～図31のノズル製造方法を応用して、傾斜面と垂直面と傾斜面とを順に有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図41】図25～図31のノズル製造方法を応用して、傾斜面と垂直面と傾斜面とを順に有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図42】垂直面と傾斜面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図43】垂直面と傾斜面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図44】垂直面と傾斜面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図45】垂直面と傾斜面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図46】垂直面と傾斜面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図47】垂直面と傾斜面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図48】垂直面と傾斜面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図49】垂直面と傾斜面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図50】垂直面と傾斜面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図51】垂直面と傾斜面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図52】垂直面と傾斜面とを有するノズルを製造する場合の工程を示す断面図。

【図53】結晶方向が相違する接合基板で、ダイヤモンドを製造する場合の工程を示す断面図。

【図54】結晶方向が相違し、エピタキシャル層が介在した接合基板で、不純物濃度差を利用して、ダイヤモンドを製造する場合の工程を示す断面図。

【符号の説明】

601, 701, 710, 801, 802, 814, 901, 902, 1001, 1002, 1005, 1101, 1102, 1201, 1202, 1204, 1301, 1302, 1401, 1403…基板

602, 603…光分割器

604…柱構造

702, 804, 904, 1006, 1103, 1303, 1404…エッチング保護マスク

706, 811…光反射層

50 708, 813…蒸着層

19

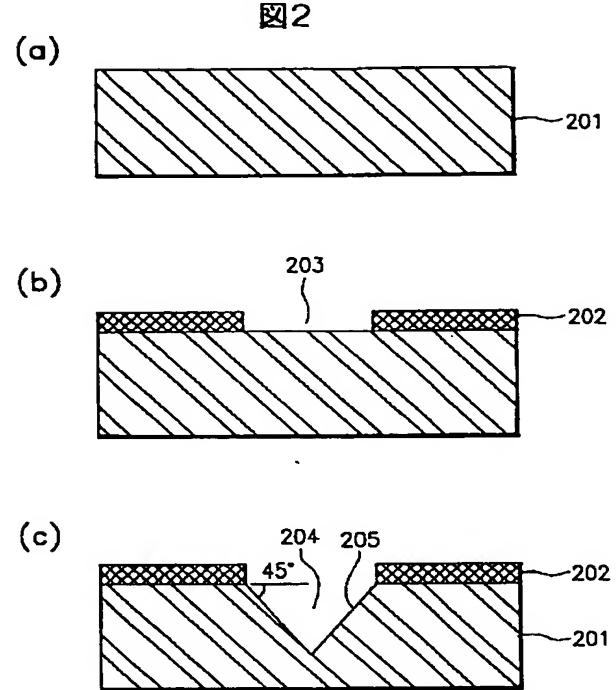
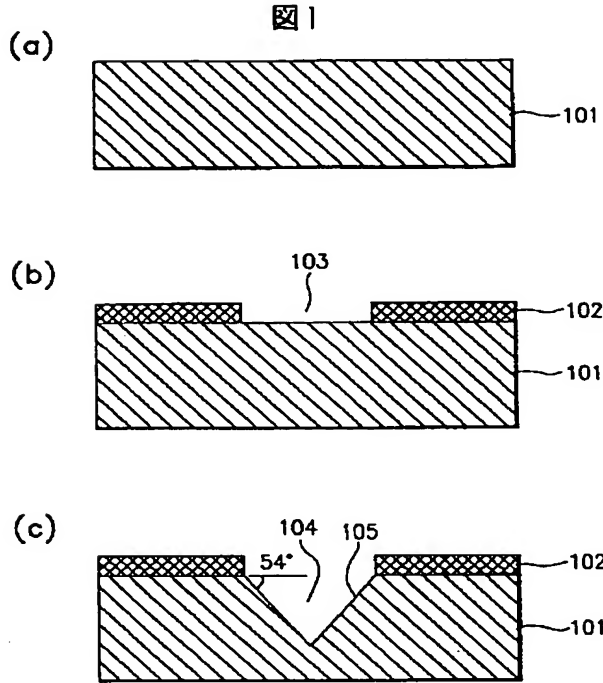
20

809, 906, 1306, 1407...エッチングホ
ル

* 909, 1014, 1205...ノズル
* 1402...p⁻ エピタキシャル層

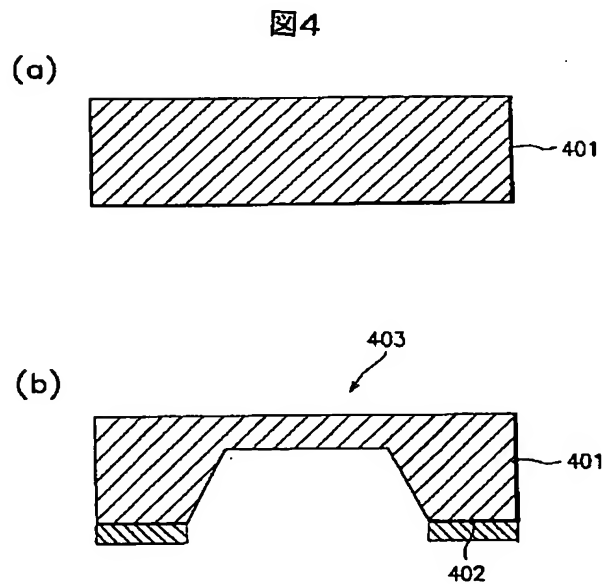
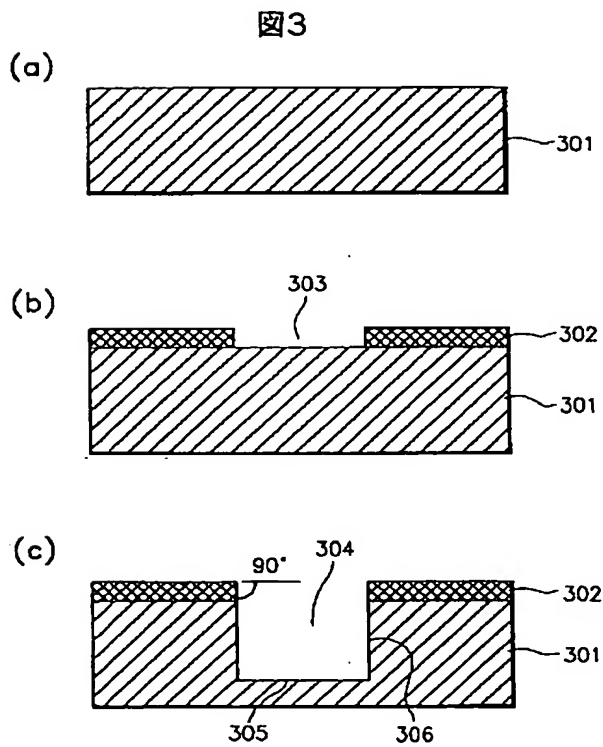
【図1】

【図2】

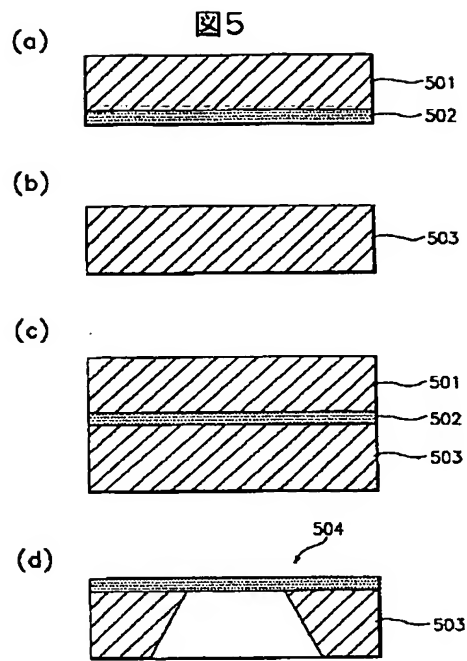


【図3】

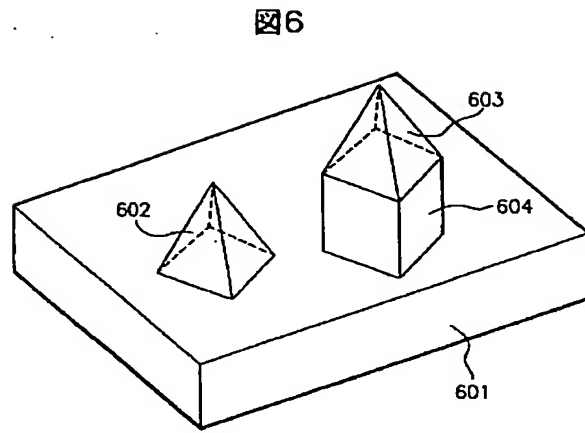
【図4】



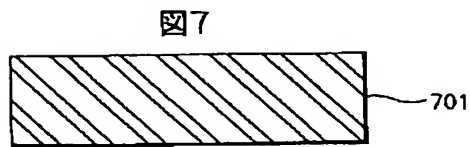
【図5】



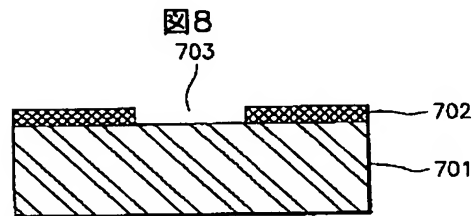
【図6】



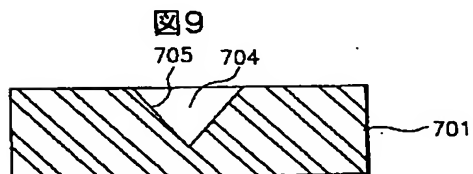
【図7】



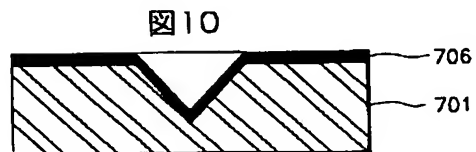
【図8】



【図9】

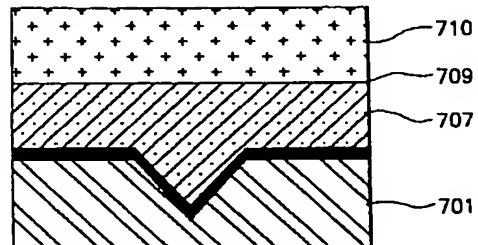


【図10】

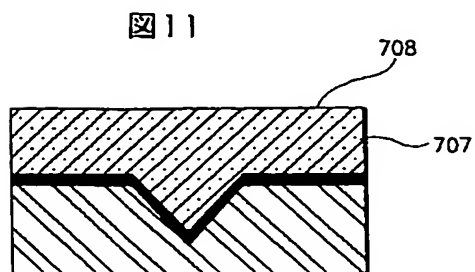


【図12】

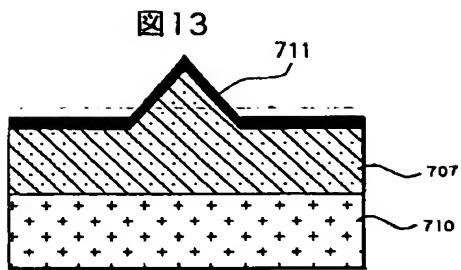
図12



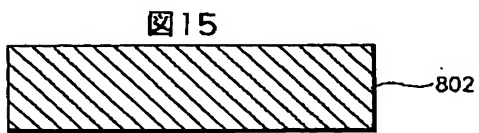
【図11】



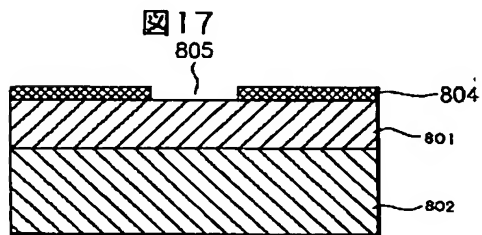
【図13】



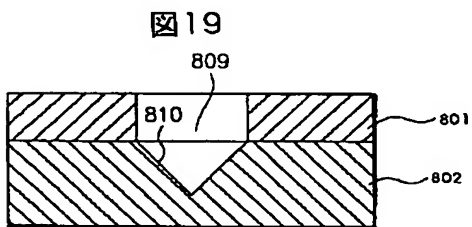
【図15】



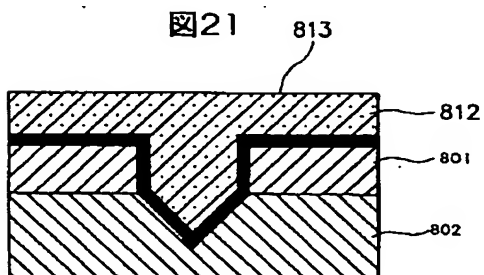
【図17】



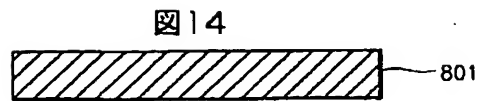
【図19】



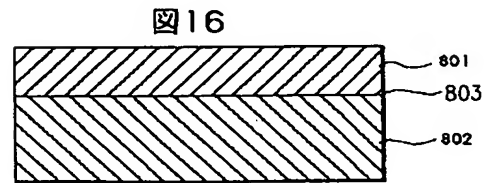
【図21】



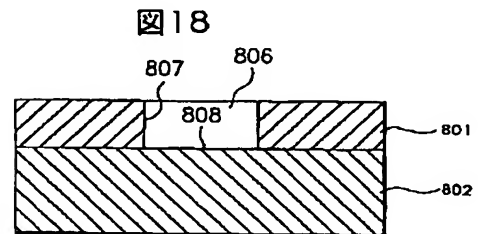
【図14】



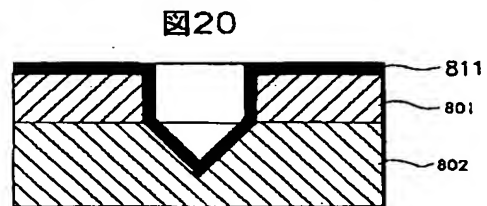
【図16】



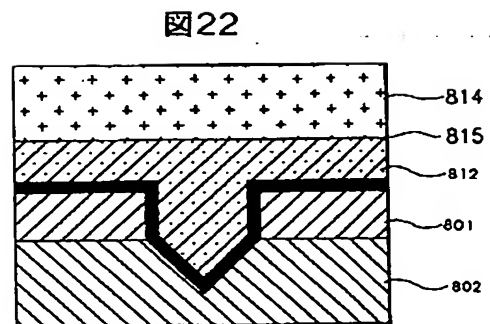
【図18】



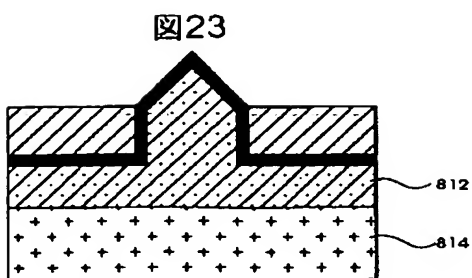
【図20】



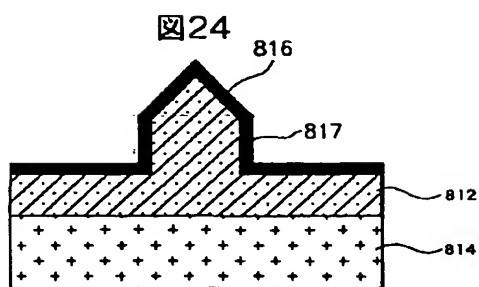
【図22】



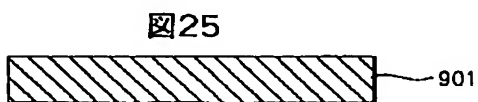
【図23】



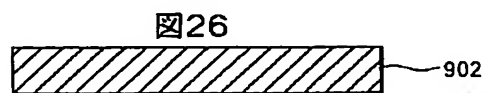
【図24】



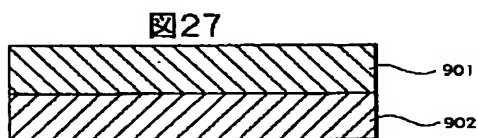
【図25】



【図26】



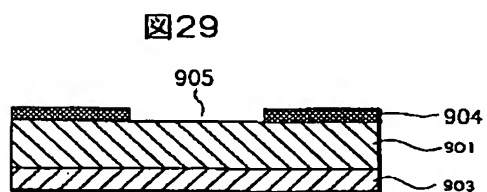
【図27】



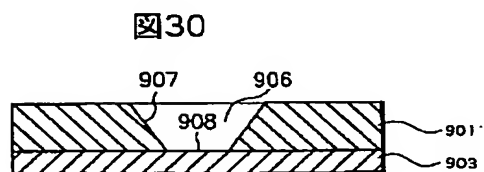
【図28】



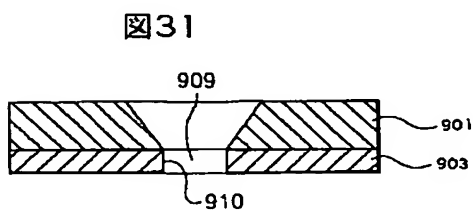
【図29】



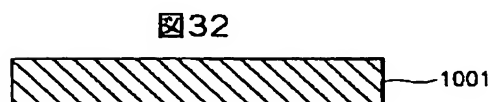
【図30】



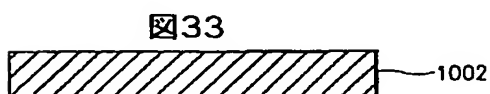
【図31】



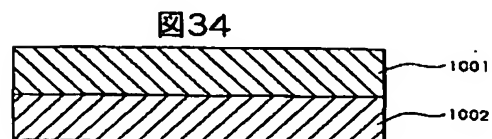
【図32】



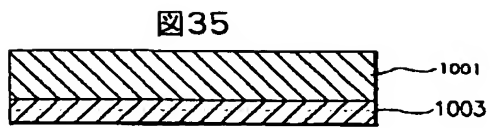
【図33】



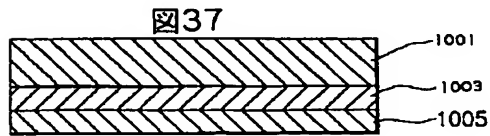
【図34】



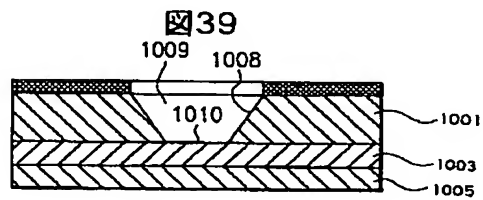
【図35】



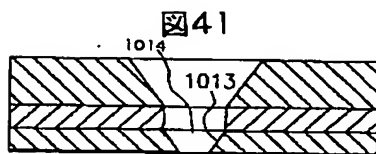
【図37】



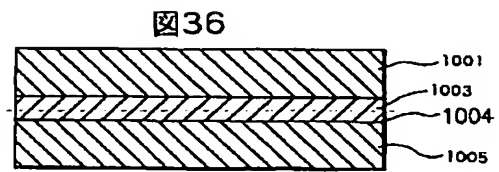
【図39】



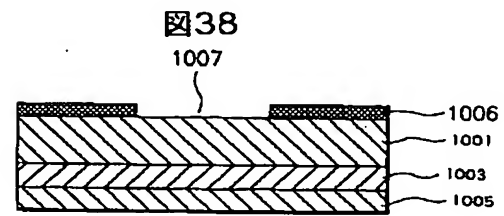
【図41】



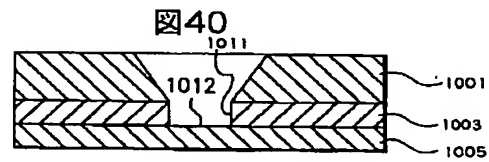
【図36】



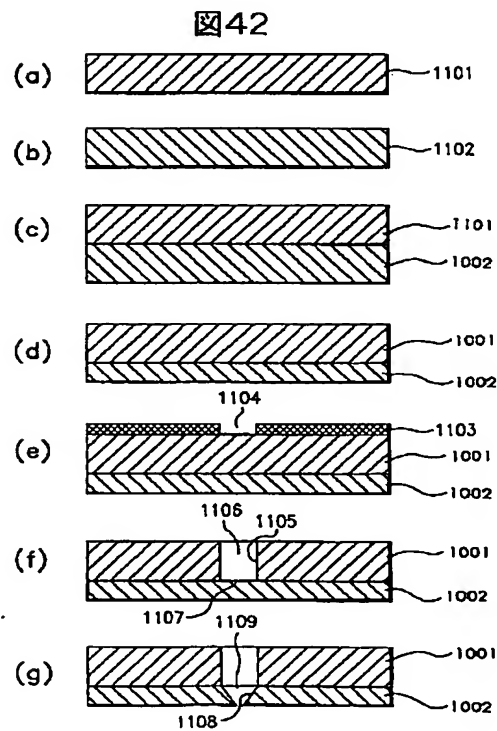
【図38】



【図40】



【図42】



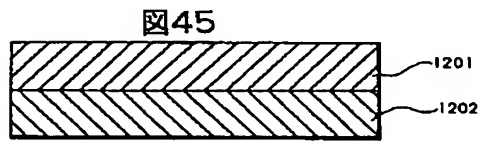
【図43】



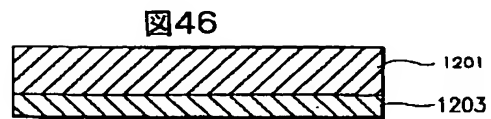
【図44】



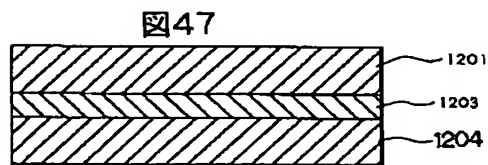
【図45】



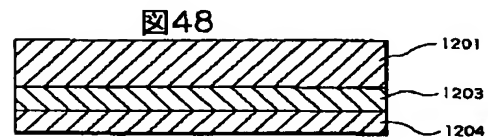
【図46】



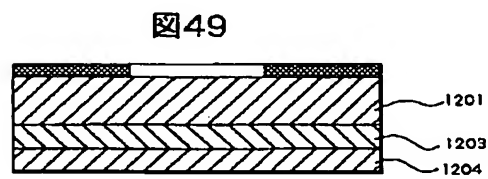
【図47】



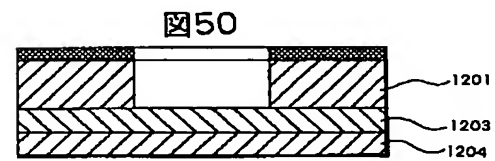
【図48】



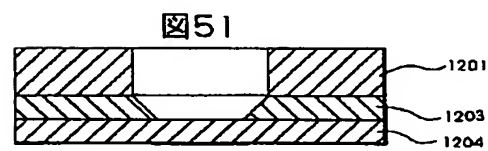
【図49】



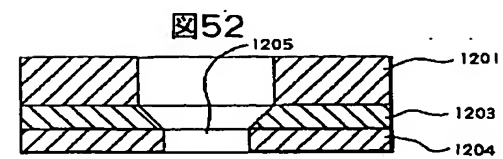
【図50】



【図51】

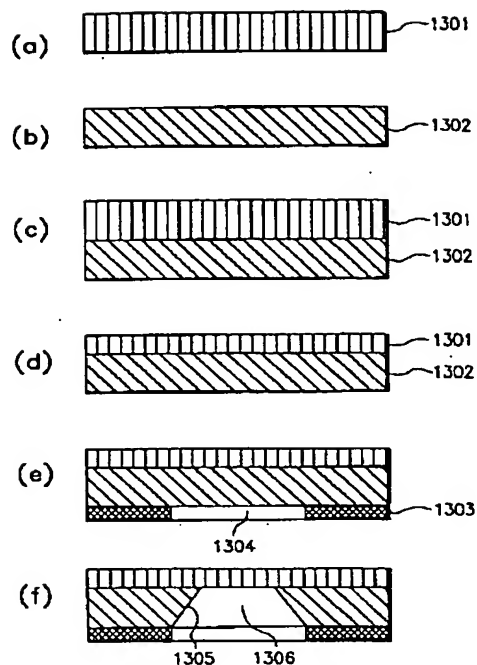


【図52】



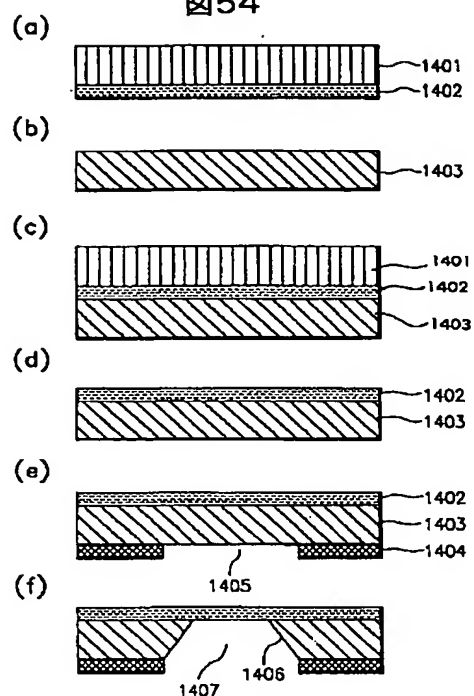
【図53】

図53



【図54】

図54



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶
// H 0 1 L 29/84

識別記号 庁内整理番号
B 8932-4M

F I

技術表示箇所

(72)発明者 姜 相元
大韓民国大田直轄市儒城区魚隱洞ハンビッ
トアパート133-1506